

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-289342

(43) 公開日 平成9年(1997)11月4日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 41/09			H 0 1 L 41/08	M
// G 1 1 B 21/02	6 0 1		G 1 1 B 21/02	6 0 1 G

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-122225

(22) 出願日 平成8年(1996)4月19日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 高橋 敏則

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 鏡 慶一

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

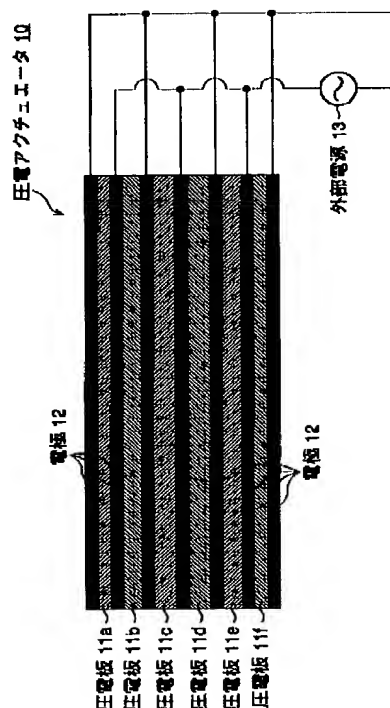
(74) 代理人 弁理士 岡▲崎▼ 信太郎 (外1名)

(54) 【発明の名称】 多層型圧電アクチュエータ

(57) 【要約】

【課題】 簡単な構成により、信頼性が向上すると共に、ヒステリシスが低減されるようにした、多層型圧電アクチュエータを提供すること。

【解決手段】 複数の圧電板11a乃至11fと、各圧電板の間及び外側面に配設された電極12とを含んでい、多層構造バイモルフ型圧電アクチュエータ10において、各圧電板の厚さが、中心から外側に向かって徐々に薄くなるように、選定されるように、バイモルフ型圧電アクチュエータ10を構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の圧電板と、各圧電板の間及び外面側に配設された電極とを含んでいる、多層型圧電アクチュエータにおいて、

各圧電板の厚さが、積層方向に関して中心から外側に向かって徐々に薄くなるように、選定されていることを特徴とする多層型圧電アクチュエータ。

【請求項2】 前記各圧電板が、厚さが同じ一枚の圧電体もしくは複数枚の積層された圧電体により構成されており、

各圧電板を構成する圧電体の積層枚数を変えることにより、積層方向に関して中心から外側に向かって、各圧電板の厚みが徐々に薄くなるように構成されていることを特徴とする請求項1に記載の多層型圧電アクチュエータ。

【請求項3】 前記各圧電板を構成する各圧電体は、一つの表面側に各々電極を有することを特徴とする請求項2に記載の多層型圧電アクチュエータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば圧電バイモルフにより構成した多層型圧電アクチュエータに関し、特に4層以上の圧電板から成る多層型圧電アクチュエータに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、電子機器の小型化、ポータブル化に伴って、小型且つ軽量でバッテリー駆動可能なアクチュエータや、精密工作機械、磁気ヘッドまたは光ディスク用光学ピックアップの位置制御等の分野での微小変位を高精度で制御可能なアクチュエータが必要とされている。

【0003】従来、このようなアクチュエータとして、例えば図4に示すような構成のバイモルフ型圧電アクチュエータが知られている。図4において、バイモルフ型圧電アクチュエータ1は、圧電セラミックスの印加電界に比例した歪みを発生するという逆圧電効果を利用したアクチュエータであって、一般的に伸縮しにくい材質の薄板から成る中心材2の両面に、それぞれ圧電材の薄板から成る圧電板3、4を貼り合わせることで、三層構造として構成されている。

【0004】上記中心材2は、例えば剛性の高いリン青銅、カーボン繊維等の材料が使用されている。また、上記圧電板3、4は、例えば圧電性を備えたセラミック、樹脂等から構成されていて、各圧電板3、4の両側には、それぞれメッキ、蒸着、焼き付け等により電極3a、4aが形成され、それぞれ互いに逆向きの分極処理が施されている。

【0005】このように構成されたバイモルフ型圧電アクチュエータ1において、図5に示すように、上記圧電板3、4の一端（図5の場合、右端）と、中心材2の

一端との間に、それぞれ外部電源5から、駆動電圧が印加されることにより、一方の圧電板3は、分極方向と同じ方向に電流が印加されることから、長手方向に沿って縮むと共に、他方の圧電板4は、分極方向と逆方向に電流が印加されることから、長手方向に沿って伸長することになる。従って、圧電アクチュエータ1は、全体として図5にて矢印Aで示すように、左端が上方に屈曲することになる。この屈曲による変形量は、電界の大きさによって制御されるので、電界制御型のアクチュエータが得られることになる。

【0006】ところで、このような圧電アクチュエータ1は、従来の電磁駆動型のアクチュエータに比較して、薄型で且つ軽量に構成されると共に、微小位置制御が可能であって、低消費電流で駆動可能であるものの、その駆動のために比較的高い電圧が必要であることから、大きな変位量を得るためには不適であるという問題があった。

【0007】これに対して、一定の電圧でより大きな電界を得るためには、圧電板3、4を薄く形成すればよい。しかしながら、圧電板3、4を薄く形成すると、発生する屈曲力が低下してしまうことから、所望の変位量が得られなくなってしまうと共に、強度の低下を招くことから、中心材2を厚くしたり、剛性の高いものに変更する等によって、全体の強度を高める必要があるが、これによっても、変位量が低下してしまうことになる。

【0008】このため、図6に示すような構成の多層構造のバイモルフ型圧電アクチュエータが提案されている。図6において、多層構造バイモルフ型圧電アクチュエータ6は、複数（図示の場合、4枚）の圧電材の薄板から成る圧電板7と、各圧電板7の間に配設された電極8とから構成されており、通常は、電極8が表面に印刷された圧電板としての同じ厚さのセラミックグリーンシートを、所定枚数だけ積層して、焼成することにより、形成されるようになっている。このため、図4に示したバイモルフ型圧電アクチュエータ1と比較して、セラミックと異なる材質である中心材2が省略されている。

【0009】ここで、各圧電板7は、中心から両側に位置する圧電板が、互いに逆向きになるように分極処理が施されている。これにより、それぞれ隣接する各電極8間に、それぞれ外部電源9から、駆動電圧が印加されることにより、図6にて矢印で示すように、中心から左側の二枚の圧電板7a、7bは、長手方向に沿って伸長し、また中心から右側の二枚の圧電板7c、7dは、長手方向に沿って収縮する。従って、バイモルフ型圧電アクチュエータ6は、全体として、図7(a)に示すように、上端が右側に屈曲することになる。

## 【0010】

【発明が解決しようとする課題】ここで、このような構成の圧電アクチュエータ6においては、各圧電板7a、7b、7c、7dは、電極8を介して全面に沿って互い

3

に焼成により拘束されているが、この拘束がない場合には、各圧電板7a, 7b, 7c, 7dは、同じ厚さであることから、図7(b)に示すように、圧電板7a, 7bは、同じ長さに伸長し、また圧電板7c, 7dは、同じ長さに収縮する。これに対して、実際には、各圧電板7a, 7b, 7c, 7dは、それぞれ互いに拘束されているので、図7(c)に示すように、この拘束によって、各長さが順次に短くなるように、変位することになる。

【0011】このため、互いに焼成により拘束された隣接する圧電板7a, 7b, 7c, 7dの間には、特に伸長する圧電板7bと収縮する圧電板7cが密着する境界においては、大きなストレスが集中することになり、使用に伴って、互いに拘束された隣接する圧電板7a, 7b, 7c, 7dが、剥離してしまったり、ヒステリシス特性を有するようになり、信頼性が低下してしまうという問題があった。即ち、中心部の圧電板、例えば圧電板7b, 7cは、印加される電界に比較して、変位量が大きく抑制されると共に、逆方向に変位しようとする圧電板7c, 7bにより拘束されている。従って、中心側の圧電板ほど、変位量が小さく、外側に向かうにつれて、圧電板の変位量が大きくなることになる。これにより、圧電アクチュエータ6のヒステリシスの増加や、機械的品質が低下する原因となっている。

【0012】これに対して、圧電アクチュエータを、ヒステリシスが增大することなく、スムーズに屈曲させるためには、中心側の圧電板に対しては、比較的小さい電界を、また外側の圧電板に対しては、比較的大きな電界を印加するようにすれば良いが、各圧電板毎に異なる電圧を印加するためには、複雑な駆動回路が必要になると共に、各電極と引出しも複雑になり、コストが高くなってしまうという問題があった。

【0013】本発明は、以上の点に鑑み、簡単な構成により、信頼性が向上すると共に、ヒステリシスが低減されるようにした、多層型圧電アクチュエータを提供することを目的としている。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的は、本発明によれば、複数の圧電板と、各圧電板の間及び外面側に配設された電極とを含んでいる、多層型圧電アクチュエータにおいて、各圧電板の厚さが、積層方向に関して中心から外側に向かって徐々に薄くなるように、選定されている、多層型圧電アクチュエータにより、達成される。

【0015】また、前記各圧電板が、厚さが同じ一枚の圧電体もしくは複数枚の積層された圧電体により構成されており、各圧電板を構成する圧電体の積層枚数を変えることにより、積層方向に関して中心から外側に向かって、各圧電板の厚みが徐々に薄くなるように構成されているともよい。

【0016】上記構成によれば、各圧電板には、同じ駆

4

動電圧が印加されることにより、この駆動電圧と各圧電板の厚さに基づく電流が印加されることになる。即ち、中心側の圧電板には、比較的小さい電流が印加され、外側の圧電板には、比較的大きな電流が印加されることになる。

【0017】従って、外側の圧電板には、比較的大きな変位量が生じ、内側の圧電板には、比較的小さい変位量が生ずるので、圧電アクチュエータ全体として、一侧の圧電板から他側の圧電板まで順次に変位量が漸増または漸減することになる。かくして、圧電アクチュエータ全体がスムーズに屈曲し得ることになる。

【0018】各圧電板が、積層枚数が外側から中心に向かって徐々に増大するように、薄板状の圧電体を積層することにより構成されている場合には、種々の厚さの圧電板を用意する必要がなく、一定の厚さの薄板状の圧電体を積層することによって、それぞれ所望の厚さの圧電板が得られることになる。

【0019】各圧電板が、積層枚数が外側から中心に向かって徐々に増大するように、表面に電極を備えた薄板状の圧電体を積層することにより構成されている場合には、種々の厚さの圧電板を用意する必要がなく、一定の厚さの薄板状の圧電体を積層することによって、それぞれ所望の厚さの圧電板が得られることになると共に、電極を備えた薄板状の圧電体を積層することにより、別途電極を形成することなく、必要な電極のみに駆動電圧を印加することによって、圧電アクチュエータがスムーズに屈曲されることになる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、この発明の好適な実施形態を図1乃至図3を参照しながら、詳細に説明する。尚、以下に述べる実施形態は、本発明の好適な具体例であるから、技術的に好ましい種々の限定が付されているが、本発明の範囲は、以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの態様に限られるものではない。

【0021】図1は、本発明によるバイモルフ型圧電アクチュエータの第一の実施形態を示している。図1において、圧電アクチュエータ10は、複数(図示の場合、6つ)の圧電板11a, 11b, 11c, 11d, 11e, 11fと、各圧電板の間及び外面側に配設された電極12とから、構成されている。

【0022】各圧電板11a乃至11fは、例えば圧電性を備えたセラミック、樹脂等から構成されており、分極処理が施されている。これにより、各圧電板11a乃至11fは、分極方向に沿って電流が印加されると、逆圧電効果によって分極方向に長さが伸び、分極方向に逆向きの電流が印加されると、分極方向に長さが縮むことになる。尚、この分極方向は、例えば図1に示すように、各電極12に対して、外部電源13から電流が流れる極が接続されたときに、中心から上側の電極11a

5

a, 11b, 11cには伸長が発生し、中心から下側の圧電板11d, 11e, 11fには収縮が発生するように、選定されている。

【0023】さらに、上記圧電板11a乃至11fは、その厚さが、中心側ほど厚く、外側ほど薄くなるように、選定されている。つまり、圧電板11c, 11dが最も厚く、次に11b, 11eがこれより薄く、圧電板11a, 11fが最も薄くなるようにされている。これにより、各圧電板11a乃至11fに、外部電源13から同じ駆動電圧を印加した場合、最も外側の圧電板11a, 11fに印加される電界に対して、その内側の圧電板11b, 11eに印加される電界は、75%に、また最も内側の圧電板11c, 11dに印加される電界は、50%になるように、各厚さが選定されている。尚、各圧電板11a乃至11fの厚さは、感度を重視するか、あるいはヒステリシスを重視するかに応じて、それぞれ最適化されるようになっている。

【0024】本実施形態による圧電アクチュエータ10は、以上のように構成されており、外部電源13から同じ駆動電圧を印加することにより、中心から上側の圧電板11a, 11b, 11cが伸長し、且つ中心から下側の圧電板11d, 11e, 11fが収縮すると共に、その変位量が、最上側の圧電板11aから最下側の圧電板11fに向かって、徐々に漸減するようになっている。これにより、圧電アクチュエータ10は、その一端（図示の場合、左端）が、下方に屈曲することになる。

【0025】かくして、圧電アクチュエータ10は、全体がスムーズに、即ちそれぞれ隣接する各圧電板11a乃至11f間に、過大なストレスが発生するようなことなく、屈曲することになるので、各圧電板11a乃至11f間に発生するストレスによって、各圧電板11a乃至11f間が剥がれるようなことはなく、またヒステリシスも低減されることになる。また、各圧電板には同じ電圧を加えればよいので、駆動手段を簡単に構成することができる。

【0026】図2は、本発明による圧電アクチュエータの第二の実施形態を示している。図2において、圧電アクチュエータ20は、複数（図示の場合、6つ）の圧電板21a, 21b, 21c, 21d, 21e, 21fと、各圧電板の間及び外側面に配設された電極22とから、構成されている。

【0027】各圧電板21a乃至21fは、後述する圧電体としての、例えば圧電性を備えたセラミック、樹脂等である圧電層を一層もしくは複数層積層して構成されており、分極処理が施されている。これにより、各圧電板21a乃至21fは、分極方向に沿って電流が印加されると、逆圧電効果によって分極方向に長さが伸び、分極方向に逆向きの電流が印加されると、分極方向に長さが縮むことになる。尚、この分極方向は、例えば図2に示すように、各電極22に対して、外部電源23から交

6

互に反対の極が接続されたときに、中心から上側の圧電板21a, 21b, 21cには伸長が発生し、中心から下側の圧電板21d, 21e, 21fには収縮が発生するように、選定されている。

【0028】さらに、上記圧電板21a乃至21fは、その厚さが、中心側ほど厚く、外側ほど薄くなるように、上述したような圧電層を積層して構成している。つまり、各圧電板は、一定の厚さの薄板状の圧電体で構成した圧電層24を積層することにより、構成されている。例えば、図示の場合、圧電板21a, 21fは、一枚の圧電層24から、圧電板21b, 21eは、二枚の圧電層24から、また圧電層21c, 21dは、三枚の圧電層24から、それぞれ構成されている。尚、各圧電板21a乃至21fの厚さは、感度を重視するか、あるいはヒステリシスを重視するかに応じて、圧電層24の厚さを適宜に選定することにより、それぞれ最適化されるようになっている。また、各圧電板21a乃至21f及び各電極22は、順次に重ねられた後、一度に焼成等により互いに固定保持されるようになっている。

【0029】このような構成の圧電アクチュエータ20によれば、図1に示した圧電アクチュエータ10と同様に、外部電源23から同じ駆動電圧を印加することにより、中心から上側の圧電板21a, 21b, 21cが伸長し、且つ中心から下側の圧電板21d, 21e, 21fが収縮すると共に、その変位量が、最上側の圧電板21aから最下側の圧電板21fに向かって、徐々に漸減するようになっている。これにより、圧電アクチュエータ20は、その一端（図示の場合、左端）が、下方に屈曲することになる。

【0030】かくして、圧電アクチュエータ20は、全体がスムーズに、即ちそれぞれ隣接する各圧電板21a乃至21f間に、過大なストレスが発生するようなことなく、屈曲することになるので、各圧電板21a乃至21f間に発生するストレスによって、各圧電板21a乃至21f間が剥がれるようなことはなく、またヒステリシスも低減されることになる。また、各圧電板には同じ電圧を加えればよいので、駆動手段を簡単に構成することができる。この場合、各圧電板21a乃至21fは、それぞれ一定の厚さの圧電層24を積層することにより構成されているので、種々の厚さの圧電板21a乃至21fを用意する必要がない。従って、製造コストが低減されることになる。

【0031】図3は、本発明による圧電アクチュエータの第三の実施形態を示している。図3において、圧電アクチュエータ30は、複数（図示の場合、6つ）の圧電板31a, 31b, 31c, 31d, 31e, 31fと、各圧電板の間及び外側面に配設された電極32とから、構成されている。

【0032】圧電板31a乃至31fは、例えば圧電性を備えたセラミック、樹脂等から構成されており、分

成する必要なく、単に圧電層 34 を積層すると共に、最下層の電極 32 を形成するだけで、圧電アクチュエータ 30 が構成されるので、製造コストがより一層低減されることになる。

【0036】上記実施形態においては、六層の圧電板のうち、上側の三層の圧電板11a, 11b, 11c, 21a, 21b, 21c、または31a, 31b, 31cがそれぞれ伸長し、下側の三層の圧電板11d, 11e, 11f, 21d, 21e, 21f、または31d, 31e, 31fがそれぞれ収縮する場合について説明したが、これに限らず、上側の圧電板が収縮し、下側の圧電板が伸長するような構成の圧電アクチュエータであっても、同様にスムーズな屈曲が行われる。また、上記実施形態においては、六層の圧電板11a乃至11f, 21a乃至21fまたは31a乃至31fを備えた、六層構造のバイモルフ型圧電アクチュエータ10, 20, 30について説明したが、これに限らず、4層以上の多層構造のバイモルフ型圧電アクチュエータに関しても本発明を適用し得ることは明らかである。

【００３７】  
【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、簡単な構成により、信頼性が向上すると共に、ヒテテリシスが低減されるようにした、多層型圧電アクチュエータを提供することができる。

【図１】本発明による多層構造バイモルフ型圧電アクチュエータの第一の実施形態を示す概略断面図である。

【図3】本発明による多層構造バイモルフ型圧電アクチュエータの第三の実施形態を示す概略断面図である。

【図5】図4の圧電アクチュエータの動作原理を示す概略側面図である。

【図6】従来の多層構造バイモルフ型圧電アクチュエータの構成を示す概略図である。

【図7】図6の圧電アクチュエータにおける各圧電板の実際の屈曲状態、自由変位量そして拘束変位量を示す概略図である。

【符号の簡単な説明】

10・・・多層構造バイモルフ型圧電アクチュエータ、11a, 11b, 11c, 11d, 11e, 11f・・・圧電板（薄板状圧電体）、12・・・電極、13・・・外部電源、20・・・多層構造バイモルフ型圧電アクチュエータ、21a, 21b, 21c, 21d, 21e, 21f・・・圧電板（薄板状圧電体）、22・・・電極、23・・・外部電源、24・・・圧電層、30・・・多層構造バイモルフ型圧電アクチュエータ、31a, 31b, 31c, 31d, 31e, 31f・・・圧電層

【0035】かくして、圧電アクチュエータ30は、全体がスムーズに、即ちそれぞれ隣接する各圧電板31a乃至31f間に、過大なストレスが発生するようなことなく、屈曲することになるので、各圧電板31a乃至31f間に発生するストレスによって、各圧電板31a乃至31f間が剥がれるようなことはなく、またヒテスリシスも低減されることになる。また、各圧電板には同じ電圧を加えればよいので、駆動手段を簡単に構成することができる。尚、この場合、各圧電板31a乃至31fは、それぞれ一定の厚さの電極32を備えた圧電層34を積層することにより構成されているので、それぞれの厚さの圧電板31a乃至31fを用意する必要がなく、さらに、各圧電板31a、31fの間に、それぞれ電極32を

9

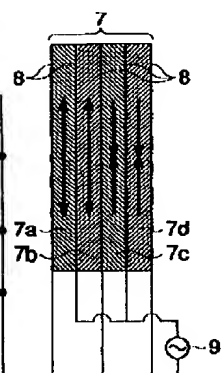
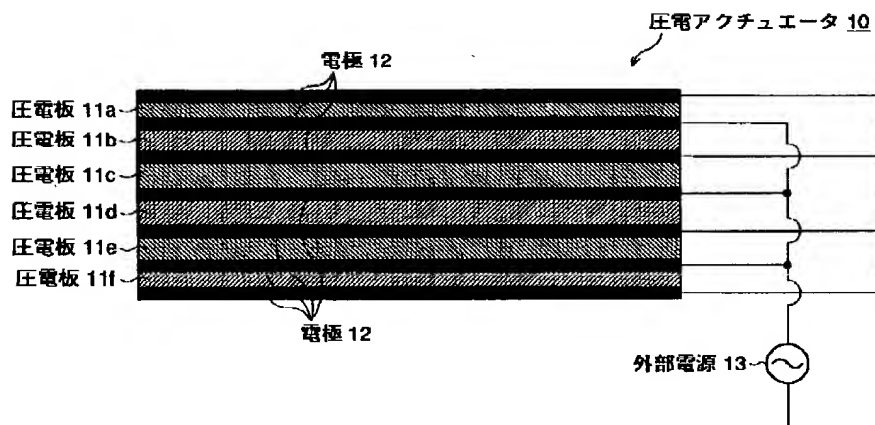
10

電板（薄板状圧電体）、32・・・電極、33・・・外

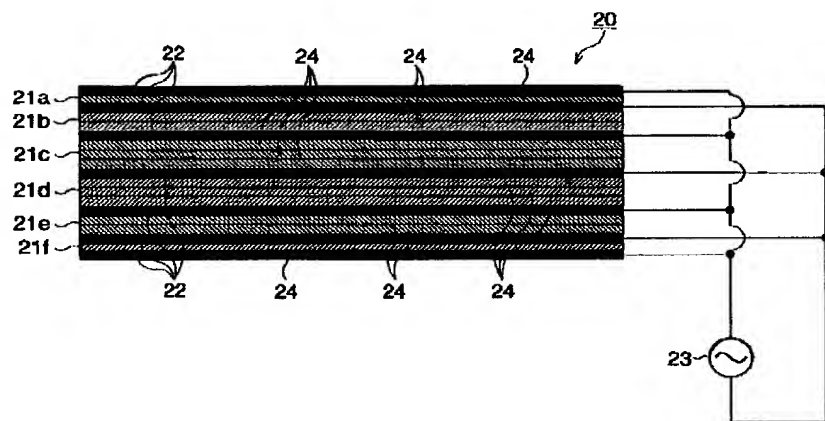
部電源、34・・・圧電層（電極付圧電層）。

【図1】

【図6】

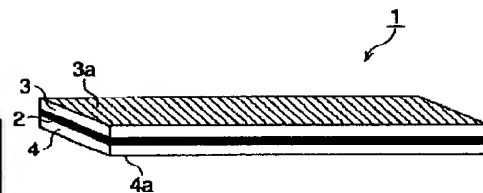
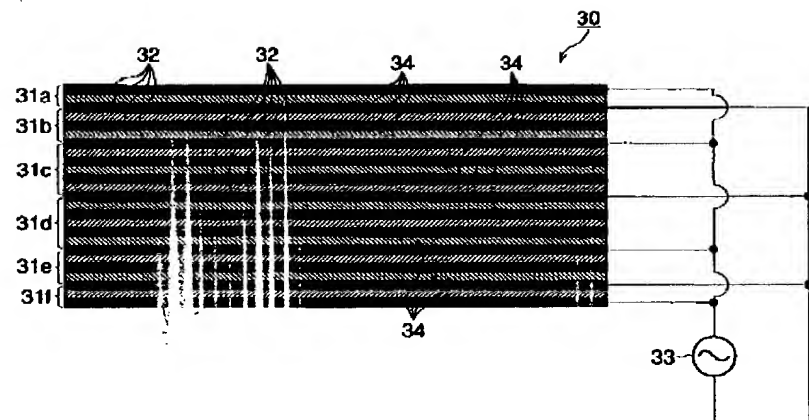


【図2】



【図3】

【図4】



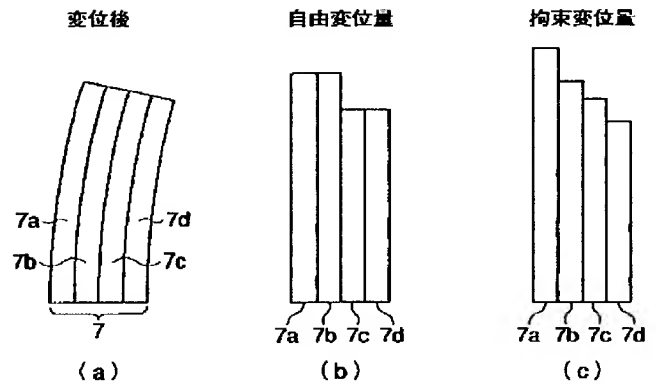
(7)

特開平9-289342

【図5】



【図7】



CLIPPEDIMAGE= JP409289342A  
PAT-NO: JP409289342A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09289342 A  
TITLE: MULTILAYER PIEZOELECTRIC ACTUATOR

PUBN-DATE: November 4, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
TAKAHASHI, TOSHINORI  
KAGAMI, KEIICHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SONY CORP	N/A

APPL-NO: JP08122225  
APPL-DATE: April 19, 1996

INT-CL\_(IPC): H01L041/09; G11B021/02

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the reliability and reduce the hysteresis by selecting the thicknesses of piezoelectric plates so as to gradually decrease away from the center with respect to the laminating direction.

SOLUTION: The piezoelectric actuator 10 comprises piezoelectric plates 11a-11f and electrodes 12 disposed between the piezoelectric plates and outer faces thereof. The piezoelectric plates 11a-11f are selected so that those plates nearer the center of their laminate are thicker and those nearer to the outside are thinner, i.e., the plate 11c, 11d are the most thin, 11b, 11e are thinner than them and 11a, 11f are the most thin. When the same driving voltage is



applied from an external power source 13 to the piezoelectric plates 11a-11f,  
the electric field applied to the plates 11b, 11e inside the outermost plates 11a, 11f are 75% of the field applied to the outermost plates and that applied to the innermost plates 11c, 11d are 50% thereof.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

DERWENT-ACC-NO: 1998-030343  
DERWENT-WEEK: 199803  
COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Multilayered bimorph type piezoelectric actuator for position control of precision work machine - has number of piezoelectric boards with electrodes in-between, whose thickness is decreased gradually from centre towards exterior

PATENT-ASSIGNEE: SONY CORP[SONY]

PRIORITY-DATA: 1996JP-0122225 (April 19, 1996)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES
MAIN-IPC			
JP 09289342 A	November 4, 1997	N/A	007 H01L 041/09

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
JP09289342A	N/A	1996JP-0122225
		April 19, 1996

INT-CL\_(IPC): G11B021/02; H01L041/09

ABSTRACTED-PUB-NO: JP09289342A

BASIC-ABSTRACT: The actuator (10) includes a number of piezoelectric boards (11a-11f). Electrodes (12) are arranged between each boards and exterior surface.

The thickness of piezoelectric boards are decreased gradually from the centre towards the exterior.

USE/ADVANTAGE - In e.g. magnetic head, optical pick-up for optical disk

drive.

Improves reliability.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/7

TITLE-TERMS:

MULTILAYER BIMORPH TYPE PIEZOELECTRIC ACTUATE POSITION  
CONTROL PRECISION WORK  
MACHINE NUMBER PIEZOELECTRIC BOARD ELECTRODE THICK  
DECREASE GRADUAL CENTRE  
EXTERIOR

DERWENT-CLASS: T03 V06 W04

EPI-CODES: T03-A05A1A; T03-B02A; V06-M06D; V06-U04A; W04-B03B;  
W04-C04;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1998-024583